

氏 名	張 連存
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第5228号
学位授与の日付	平成27年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Study on Influence of Visual Information on Tactile and Kinesthetic Perception (視覚情報が触覚と運動の知覚に与える影響に関する研究)
論文審査委員	教授 呉 景龍 教授 富田 栄二 教授 堀部 明彦 准教授 高橋 智

学位論文内容の要旨

Many evidences of previous researches have shown that human nervous system integrates signals from visual and tactile modalities to maximize the information available for perception and action. In general, the tactile and kinesthetic perception about the environment is usually acquired by visual modality at the same time. The effects of visual information on tactile and kinesthetic perception are of growing concern. However, the influence of restricted visual conditions on tactile motion and visual-tactile intermodal interactions are not completely clear, especially the difficulties of the influence of aging on pointing movement under restricted visual condition and speed matching between visual and tactile motion. Aiming at above mentioned difficulties, two behavior experiments were conducted and an engineering application of pointing movement was presented.

Chapter 1 introduces the background of the effects of visual information on tactile and kinesthetic perception. Moreover, the related previous studies of pointing movement and visual-tactile intermodal interactions were chiefly introduced. The aim and contents of the thesis are also briefly described.

Chapter 2 describes the first experiment, in which the speed matching between tactile motion and visual motion was investigated. The present study demonstrated reciprocal interactions between the processing of visual speed matching and tactile speed matching. The result directly supports the view that at some point in the motion processing stream, these two modalities have partially overlapping substrates.

Chapter 3 describes the second experiment, in which the effect of aging on pointing movements under restricted visual feedback conditions was investigated. Significant main effect of aging on movement times has been found. However, no significant main effects of age on the mean accuracy rate were found. Moreover, the study suggested that Fitts' law applied for pointing movements of the elderly adults under different visual restriction conditions. It presented a theoretical base of behavioral science for designing human computer interaction (HCI) interface.

Chapter 4 describes the application of the pointing movement. Based on theoretical base of pointing for designing HCI interface, the design methods of universal HCI interface of miniature detecting robots with multi-mode deployment have been introduced to raise the efficiency of human-computer interaction.

Chapter 5 provides a general conclusion based on the findings of the two experiments and the application. Moreover, the future challenges also presented.

In conclusion, the dissertation is composed of two experiments and an application. The first experiments investigated the speed matching between visual and tactile motion. The second experiments investigated the effects of aging on pointing movements under different visual feedback conditions. The application of the pointing movement for designing universal HCI interface of miniature detecting robots with multi-mode deployment has been introduced to raise the efficiency of human-computer interaction.

論文審査結果の要旨

ヒトは視覚と触覚の感覚器官を通じて、それぞれの感覚情報を脳内へ送って処理しているが、視触覚の情報を統合して次の行動へ適用していることも重要である。しかし、感覚にまたがる情報の脳内処理メカニズムはまだ解明されていない。張連存氏の研究は、ヒトの視覚と触覚情報統合の認知特性に注目して研究を進め、その成果をヒューマンコンピュータインタフェースの設計への応用の検討も行ったものである。

課題1は、視覚と触覚速度マッチング課題を用いて、視覚と触覚の単独モダリティによる速度マッチング及び視触覚クロスモーダルによる速度マッチングの違いを調べた。その結果、刺激の提示速度が速くなるにつれて、単独モダリティ（視覚か触覚）速度マッチングは提示速度より遅く感じる事がわかった。一方、視覚と触覚のクロスモーダルによる速度マッチングは、最初に視覚刺激を提示して次に触覚を用いて速度マッチングする場合には促進効果が見られたが、逆に最初に触覚刺激を提示して次に視覚を用いて速度マッチングする場合には、促進効果が見られなかった。

課題2は、視覚フィードバック制限条件のポインティング運動特性とその加齢効果を検討した。被験者を若年者と高齢者の両群に分け、手の運動とターゲットの空間の視覚情報を制限し、視覚制限条件におけるポインティング運動特性を調べた。その結果、若年者、高齢者ともにポインティング運動が視覚制限の有無に関わらず Fitts 法則に従うことがわかった。また、高齢者のポインティング運動に要する時間は長くなる傾向が見られたが、ターゲットへのポインティング精度は若年者と同レベルであることが分かった。

これらの結果は、査読のある学術論文誌に2件、査読のある国際会議論文集に1件が掲載されている。これらの研究成果は、視覚と触覚情報処理メカニズムの解明に貢献でき、小型探査ロボットの操作インタフェースの開発にも適用され、工学分野への応用も期待される。

以上のことより、張氏の研究は学術価値および工学分野への貢献ともに評価でき、本論文は博士(工学)の学位として価値あるものと認める。